

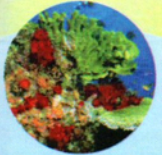


ISSN: 2339-0883

**SEMINAR NASIONAL TAHUNAN KE-IV
HASIL-HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
TAHUN 2014**

Tema:

**Memperkuat Peran Riset Perikanan dan Kelautan
Sebagai Upaya Meningkatkan Kompetensi Menyongsong
Asean Economic Community Tahun 2015**



PROSIDING
JILID 2

- Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan & Ekonomi dan Bisnis Perikanan
- Budidaya Perairan

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Semarang, 1 November 2014

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL TAHUNAN KE-IV
HASIL-HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
TAHUN 2014

Diterbitkan oleh: UPT UNDIP Press Semarang
Jl. Imam Barjo,SH, No.1 Semarang

ISSN: 2339-0883

Jilid II:

- Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan & Ekonomi Dan Bisnis Perikanan
- Budidaya Perairan

Cetakan Pertama: 1 Mei 2015

@Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Tidak diperkenankan mereproduksi isi buku ini, baik sebagian maupun seluruhnya dalam bentuk atau alasan apapun juga tanpa izin tertulis dari penerbit

DAFTAR ISI PROSIDING

	Halaman
COVER	i
ISBN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
SUSUNAN PANITIA SEMINAR	iv
DEWAN REDAKSI	vi
DAFTAR ISI PROSDING.....	vii
 Tema 4: Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan & Ekonomi dan Bisnis Perikanan	
 T4-01 Efektivitas penangkapan modifikasi <i>fyke net</i> di Perairan Rembang, Jawa Tengah. <i>Asriyanto, Aristi Dian Purnama Fitri, Pramonowibowo.....</i>	1-8
T4-02 Analisis finansial usaha penangkapan bubu di Desa Asinan Rawa Pening. <i>Dian Ayunita Nugraheni N D, Pramonowibowo.....</i>	9-16
T4-03 Studi kelayakan usaha perikanan tangkap pancing ulur dengan <i>fishing based</i> di Pelabuhan Perikanan pantai Pondokdadap Kabupaten Malang. <i>Dian Wijayanto, Muhammad Nurul Huda, Ricky Yanuartoro.....</i>	17-28
T4-04 Strategi pengembangan industri pemindangan ikan skala rumah tangga dan kecil di Kabupaten Pati. <i>Herna Octivia Damayanti.....</i>	29-38
T4-05 Analisis potensi perikanan tangkap di Kabupaten Batang - Jawa Tengah. <i>Imam Triarso, Bambang Argo Wibowo.....</i>	39-48
T4-06 Formulasi strategi pengembangan usaha pengolahan ikan teri asin kering dengan metode <i>blanching</i> di Kabupaten Barru (studi kasus UKM-Imam). <i>Mutemainna Karim, Aryanti Susilowati.....</i>	49-58
T4-07 Perbedaan umpan dan kedalaman perairan pada bubu lipat terhadap hasil tangkapan rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Perairan Betahwalang, Demak. <i>Nadia Adlina, Aristi Dian Purnama Fitri, Taufik Yulianto.....</i>	59-66

T4-08	Bioekonomi dan pengelolaan sumberdaya lobster (<i>Panulirus</i> sp) di Perairan Kabupaten Wonogiri. <i>Muhammad Zainuddin, Suradi WS, Herry Boesono</i>	67-76
T4-09	Analisis teknis dan finansial usaha perikanan tangkap jaring insang (<i>gill net</i>) dan rawai dasar di pangkalan pendaratan ikan (PPI) Pasir Kabupaten Kebumen. <i>Putri Fatmawati, Herry Boesono, Dian Ayunita Nugraheni Nurmala Dewi</i>	77-84
T4-10	Mekanisme pengolahan data perikanan di pelabuhan perikanan pantai (PPP) Sadeng, Gunungkidul, Yogyakarta. <i>Sri Lestari, Suradi Wijaya Saputra, Untung Leksono</i>	85-92
T4-11	Kondisi status sumberdaya ikan pelagis yang tertangkap di Selat Madura Paparan Madura. <i>Tri Djoko Lelono, Arief Setyanto, Bambang Semedi</i>	93-106
T4-12	Ukuran ikan kembung (<i>Rastrelliger kanagurta</i>) hasil tangkapan jaring insang yang berbasis di Pelabuhan Perikanan Nusantara Karangantu, Banten. <i>Adi Susanto, Ririn Irnawati</i>	107-114
T4-13	Analisis kelayakan finansial usaha budidaya bandeng dan rumput laut <i>Gracilaria</i> sp. secara polykultur di Desa Bungintimbe Kabupaten Morowali. <i>Alimudin Laapo, Dwi Sulistiawati, Zakirah Raihani</i>	115-122
T4-14	Memahami distribusi temporal <i>upwelling</i> pada variabilitas enso di indonesia untuk memperkirakan waktu musim ikan tuna <i>bigeye</i> . <i>Kunarso, Nining Sari Ningsih</i>	123-130
T4-15	Analisis ekonomi industri bandeng presto skala rumah tangga dan kecil di Kabupaten Pati. <i>Herna Octivia Damayanti</i>	131-138
T4-16	Prediksi keberlanjutan program pump p2hp pada usaha pengolahan dan pemasaran hasil perikanan di Kota Semarang <i>Siti Hajar Suryawati</i>	139-147
Tema 5: Budidaya Perairan		
T5-01	Pertumbuhan dan kelulushidupan sidat (<i>Anguilla bicolor</i>) yang dipelihara dengan fotoperiode berbeda. <i>Khoirul Anam, Sri Hastuti, Ristiawan Agung Nugroho</i>	148-157

T5-02	Pengaruh perendaman rekombinan hormon pertumbuhan (<i>rgh</i>) dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan gurame (<i>Osphronemus gouramy</i>). <i>Dhimas Afrian Yoga Ramadhan, Sri Hastuti, Tristiana Yuniarti</i>	158-167
T5-03	Pengaruh persentase penutupan daun mangrove sebagai shelter pada media budidaya terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>). <i>Lutfi Adam, Istiyanto Samidjan, Diana Rachmawati</i>	168-176
T5-04	Variasi ukuran larva udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) dari induk alam. <i>Fajar Anggraeni, Hary Krettiawan</i>	177-180
T5-05	<i>Causative agent</i> vibriosis pada ikan lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>) yang dibudidayakan di kolam bersalinitas rendah. <i>Sarjito, Alfabetian Harjuno Condro Haditomo, Slamet Budi Prayitno</i>	181-190
T5-06	Sintasan ikan lele pada budidaya intensif dengan sistem heterotrofik pada corong pemeliharaan. <i>Rita Febrianti, Bambang Gunadi</i>	191-202
T5-07	Pertumbuhan ikan lele dan nila pada sistem heterotrofik dengan protein berbeda. <i>Rita Febrianti, Bambang Gunadi, Lamanto</i>	203-216
T5-08	Pengaruh kombinasi pakan buatan dan pakan alami, cacing tanah, terhadap efisiensi pakan, peningkatan haemocyte darah, pertumbuhan dan <i>survival rate</i> lele dumbo. <i>Diana Chilmawati, Suminto, Vivi Endar Herawati</i>	217-224
T5-09	Pemanfaatan kitsan dalam proses pengolahan air rawa untuk budidaya udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>). <i>Ferdinand Hukama Taqwa, A. D. Sasanti, Tanbiyaskur, P. K. Angraini, Hasbi</i>	225-232
T5-10	Uji coba peningkatkan produksi benih lele berbasis teknologi <i>bioflocs</i> dan pakan mengandung hormon pertumbuhan (rGH). <i>Fajar Basuki, Tristiana Yuniari</i>	233-240

T5-11	Pengaruh perbedaan suhu pada media pemeliharaan terhadap perkembangan gonad ikan gabus (<i>Channa gachua</i>) betina. <i>Maheno Sri Widodo</i>	241-246
T5-12	Analisa kelulushidupan dan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (<i>Clarias gariepinus burchell, 1822</i>) dengan perendaman rekombinan <i>growth hormone</i> (rGH) dan vaksin. <i>Arya Nada, Fajar Basuki, Alfabetian Harjuno Condro Haditomo</i>	247-254
T5-13	Monitoring populasi bakteri vibrio pada pemeliharaan larva kepiting bakau (<i>Scylla olivaceae</i>) dengan penambahan vitamin C dalam pakan rotifer. <i>Nurbaya, Gunarto</i>	255-260
T5-14	Pengaruh kombinasi penambahan madu dan nacl fisiologis selama masa penyimpanan sperma terhadap motilitas sperma, kemampuan membuahi (fertilisasi) dan <i>hatching rate</i> telur ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i>). <i>Reki Suharyadi, Fajar Basuki, Tristiana Yuniarti</i>	261-270
T5-15	Analisis kandungan logam berat kadmium (cd) pada budidaya rumput laut <i>Gracilaria verrucosa</i> di wilayah Kota Pekalongan, Jawa Tengah. <i>Wiean Khosandra, Benny Diah Madusari, Hayati Soeprapto</i>	271-278
T5-16	Efektivitas madu terhadap <i>sex reversal</i> ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dengan metode perendaman. <i>Irene Wurnaninggar, Fajar Basuki, Tristiana Yuniarti</i>	279-286
T5-17	Review: Nonylphenol, toksisitas dan potensi bahayanya pada budidaya dan kelestarian ikan di Indonesia. <i>Muhamad Yamin, Nurhidayat</i>	287-294
T5-18	Pengaruh pakan alami tambahan terhadap kandungan nutrisi daging lobster hijau pasir (<i>Panulirus homarus</i> L.1758). <i>Trijoko, Nurwulan F.L</i>	295-306
T5-19	Keragaan fenotipe dan respon seleksi populasi ikan patin siam generasi kedua (f2). <i>Wahyu Pamungkas</i>	307-312
T5-20	Keseragaman ukuran benih udang galah GI Macro II. <i>Hary Krettiawan, Fajar Anggraeni</i>	313-318

T5-21	Hubungan parameter morfometrik dan bobot kepiting batu (<i>Thalamita crenata</i>) di perairan mangrove Pulau Panjang Banten. <i>Ratu Sari Mardiah, Ririn Irnawati, Adi Susanto.....</i>	319-326
T5-22	Studi pertumbuhan dan kelangsungan hidup teripang pasir (<i>Holothuria scabra</i>) dalam kandang budidaya di Perairan Pulau Baai Bengkulu. <i>Dede Hartono, Dewi Purnama, Markus Berlian Nainggolan.</i>	327-334
T5-23	Preferensi pakan <i>red devil</i> (<i>Amphilophus labiatus</i>) di Waduk Sermo Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta. <i>Ana Ariasari, Senny Helmiati, Eko Setyobudi.....</i>	335-344
T5-24	Pemeliharaan larva kepiting bakau <i>Scylla olivacea</i> stadia - Zoea-5 dengan penambahan hufa dan probiotik rica-1. <i>Gunarto, Herlinah Nyompa, Nurbaya.....</i>	345-352
T5-25	Pengembangan teknologi akuakultur biofilter-akuaponik (<i>Integrating fish and plant culture</i>) sebagai upaya mewujudkan rumah tangga tahan pangan. <i>Andi Sagita, Satria Nawa Wicaksana, Nonny Rachma Primasaputri, Kukuh Prakoso, Farida Nur Afifah, Adi Nugraha, Sri Hastuti.....</i>	353-362
T5-26	Kajian pemberian minyak cengkeh pada kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan kadar glukosa darah benih nila (<i>Oreochromis niloticus</i>). <i>Alfabetian Harjuno Condro Haditomo, Sri Rejeki, M Fajar Ardiansyah.....</i>	363-370
T5-27	Pengaruh perendaman <i>recombinant growth hormone</i> (rGH) dengan lama waktu berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan juvenil udang galah (<i>Macrobrachium rosenbergii</i> de man). <i>Anugrah Ramadhani Marhardiko, Sri Rejeki, Fajar Basuki...</i>	371-378
T5-28	Pemberian pakan buatan berbentuk pasta dengan dosis protein berbeda terhadap pertumbuhan, efisiensi pemanfaatan pakan dan kelulushidupan benih sidat (<i>Anguilla bicolor</i>). <i>Suminto, Diana Chilmawati.....</i>	379-388
T5-29	Peluang pemanfaatan tanaman asosiasi mangrove sebagai anti <i>Vibrio harveyi</i> penyebab penyakit pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i>). <i>Muliani, Bunga Rante Tampangallo.....</i>	389-398

T5-30	Budidaya rumput laut <i>Gracillaria</i> sp hasil kultur jaringan di tambak desa ampekale, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros. <i>Rohama Daud, Rosmiati, Sri Redjeki Hesti Mulyaningrum....</i>	399-404
T5-31	Pematangan gonad dan pemijahan ikan hias rasbora (<i>Rasbora axelrodi</i>) di wadah terkontrol. <i>Nurhidayat, M. Yamin, A. Priyadi, I W. Subamia.....</i>	405-412
T5-32	Tingkat konsumsi oksigen, kelangsungan hidup dan pertumbuhan juvenile udang vannamei (<i>Litopenaeus vannamei</i>) yang dikultivasi dalam berbagai media salinitas. <i>Titik Susilowati, Sri Rejeki, Arief Rachman Budiono.....</i>	413-420
T5-33	Rekayasa buatan melalui penggunaan <i>artificial respon</i> dan manipulasi pakan buatan dalam upaya peningkatan produksi kepiting soka (<i>soft shell</i>) (<i>Scylla paramamosain</i>). <i>Istiyanto Samidjan.....</i>	421-432
T5-34	Kajian ekonomi teknik panen total dan parsial udang vaname hasil budidaya intensif. <i>Bayu Romadhona, Bambang Yulianto, Sudarno, Suwarsono..</i>	433-440
T5-35	Fekunditas larva udang galah GI Macro II (Genetic improvement of <i>Macrobrachium rosenbergii</i> ii) <i>Hary Krettiawan, Fajar Anggraeni.....</i>	441-446
T5-36	Studi awal respon pertumbuhan ikan lele sangkuriang (<i>Clarias gariepinus</i>) dengan menggunakan berbagai bakteri kemasan komersial dalam sistem bioflok. <i>Purnama Sukardi, Sri Marnani, Taufiq Budhi Pramono, Petrus Hary Tjahya Soedibya.....</i>	447-452
T5-37	Pemberian hormon pertumbuhan rekombinan kerapu kertang (<i>Epinephelus lanceolatus</i>) sebagai pemacu pertumbuhan Ikan kerapu macan (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>). <i>Wiwien Mukti Andriyani, Sumini, Zeny Widiastuti, Alimuddin, Gemi Triastutik.....</i>	453-460
T5-38	Performa laju pertumbuhan relatif dan kelulushidupan kepiting bakau (<i>Scylla paramamosain</i>) melalui substitusi pakan segar dengan pakan buatan <i>Diana Rachmawati.....</i>	461-468
INDEKS PEMAALAH.....		469

MEMAHAMI DISTRIBUSI TEMPORAL *UPWELLING* PADA VARIABILITAS ENSO DI INDONESIA UNTUK MEMPERKIRAKAN WAKTU MUSIM IKAN TUNA *BIGEYE*

Kunarso¹, Nining Sari Ningsih²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

²Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung

Alamat respondensi: kunarsojpr@yahoo.com

ABSTRAK

Fenomena *upwelling* mempunyai pengaruh ekologis meningkatkan kesuburan perairan laut. Peningkatan kesuburan perairan akan menjadi pemicu peningkatan produktivitas primer. Peningkatan tropik level dasar ini dalam sistem rantai makanan akan menyebabkan peningkatan puncak tropik level termasuk ikan tuna *bigeye*. Penelitian ini bertujuan mentabulasi dan mengkaji intensitas, distribusi temporal dan puncak *upwelling* di sebelas wilayah laut Indonesia pada variasi ENSO, selanjutnya membuktikan kesesuaian periode terjadinya *upwelling* dengan periode musim ikan tuna *bigeye*. Metode identifikasi *upwelling* berdasarkan *overlay* indikator *upwelling* berupa suhu dan klorofil-a permukaan laut dari citra MODIS, didukung dengan data nutrien, pola angin dan pola arus hasil model dari peneliti lain. Tingkat keterkaitan antara indikator *upwelling* dengan *hook rate* ikan tuna dianalisis dengan metode statistik berupa analisis koherensi. Hasil Penelitian menunjukkan distribusi temporal dan kekuatan *upwelling* di sebelas lokasi di Indonesia tampak bervariasi dan variabilitasnya dipengaruhi oleh variabilitas iklim ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*). Pada saat *El Niño* temporal *upwelling* di Indonesia sama dengan saat normal, namun lebih kuat intensitasnya. Pada saat *La Niña*, distribusi temporal *upwelling* di Indonesia paling pendek, kekuatannya paling lemah, dan pada beberapa wilayah tidak ditemukan proses *upwelling*. Bulan puncak terjadinya *upwelling* secara umum di wilayah Indonesia hampir sama antara saat *El Niño*, *La Niña*, dan normal. Terdapat kesamaan periode terjadinya *upwelling* dengan waktu musim ikan tuna jenis *bigeye*. Berdasarkan bukti ini, maka memungkinkan pemahaman temporal *upwelling* pada variasi ENSO bisa sebagai dasar prediksi waktu musim ikan tuna jenis *bigeye* di beberapa lokasi *upwelling* di Indonesia.

Kata kunci: *upwelling*, ENSO, musim ikan tuna

PENDAHULUAN

Upwelling adalah peristiwa naiknya massa air dari lapisan bawah ke permukaan perairan (Thurman, 1991). Daerah *upwelling* ditandai dengan massa air yang lebih dingin, dan salinitas yang lebih tinggi dibanding dengan daerah sekitarnya. Secara kimia ditandai dengan tingginya zat hara (phosfat dan nitrat) dan secara biologi umumnya ditandai dengan tingginya kandungan plankton atau klorofil-a (Kunarso, 2005).

Penelitian tentang daerah *upwelling* telah dilakukan di berbagai perairan Indonesia. Di beberapa lokasi *upwelling* telah dapat diketahui dan dibuktikan dengan pasti, tetapi di beberapa daerah lainnya masih merupakan dugaan yang perlu dikaji lebih lanjut (Nontji, 1993). Lokasi *upwelling* yang masih merupakan perkiraan dan perlu dikaji lebih lanjut diantaranya di Laut Flores dan Teluk Bone, Laut Maluku, Laut Seram, Laut Halmahera, Perairan Utara Irian Jaya, Barat Laut propinsi Aceh, dan Perairan Barat Kepulauan Mentawai. Variabilitas temporal *upwelling* disamping dipengaruhi oleh monsun juga tampak dipengaruhi oleh ENSO. Hal ini dibuktikan oleh hasil penelitian Susanto, *et al.*, 2001, yang

menjelaskan *upwelling* di selatan Jawa hingga Barat Sumatra meningkat intensitasnya saat *El Niño* tahun 1997 dan melemah saat *La Niña*.

Adanya pengaruh ENSO terhadap *upwelling*, sudah ada yang meneliti, namun variabilitas temporal *upwelling* dalam kaitannya dengan ENSO yang membandingkan saat *El Niño*, *La Niña* dan normal di 11 wilayah *upwelling* di Indonesia belum ada yang mengkaji. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk membahas hal tersebut.

Daerah *upwelling* karena kaya nutrisi maka akan menghasilkan produktivitas primer yang tinggi (Garrison, 1999). Hal ini berarti daerah *upwelling* mempunyai nilai strategis dalam industri kelautan khususnya industri perikanan tangkap, karena daerah dengan produktivitas yang tinggi umumnya merupakan fishing ground yang potensial (Lalli dan Parson, 1994; Hendiarti, *et al.*, 2004; Kunarso, *et al.*, 2005).

Keterkaitan daerah *upwelling* dengan produktivitas perikanan telah dipelajari, namun dalam kaitannya dengan ikan tunavariabilitas ENSO belum dikaji. Tujuan dari penelitian ini adalah mentabulasi dan mengkaji intensitas, distribusi temporal dan puncak *upwelling* di sebelas wilayah laut Indonesia pada variasi ENSO, selanjutnya membuktikan kesesuaian temporal (periode) terjadinya *upwelling* dengan periode musim ikan tuna *bigeye*.

MATERI DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode induktif. Analisis temporal *upwelling* dilakukan berdasarkan indikator *upwelling* yang utama berupa SST (*sea surface temperature*) dan klorofil-a, disamping itu didukung data nutrisi, pola angin dan pola arus. Analisis keterkaitan antara indikator *upwelling* berupa klorofil-a dengan hasil tangkapan ikan tuna jenis *bigeye* dengan metode koherensi.

Data SST dan klorofil-a terutama diperoleh dari citra MODIS level 3. Data pola angin dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika). Untuk data SST juga dilengkapi dari data WOD (*World Ocean Data*). Data arus laut diperoleh dari data hasil model Supangat, *et al.*, 2004. Data perikanan yang berupa *hook rate* ikan tuna jenis *bigeye* diperoleh dari PT. Perikanan Nusantara Cabang Benoa Bali. Data ENSO (*el niño southern oscillation*) yang berupa Anomali SST di NIÑO3,4 diperoleh dari <http://www.bom.gov.au/climate/enso/>. Pengolahan citra MODIS menggunakan *software* SeaDAS 6.0. Pengolahan data WOD dengan *software* ODV (*ocean data view*) dari Schlitzer (2011). Analisis koherensi menggunakan metode *wavelet coherence*. *Software* diperoleh dari: <http://www.pol.ac.uk/home/research/waveletcoherence/>.

Penentuan periode variabilitas iklim *El Niño*, *La Niña* atau normal secara tahunan dan standar kekuatannya berdasarkan konsensus yang ditulis Jan Null, CCM, 2012 di <http://jan@ggweather.com>. Periode rentang data citra yang digunakan untuk analisis *upwelling* mulai tahun 1997-2011. Kategori kekuatan *upwelling* berdasarkan indikatornya sesuai dengan yang ditulis Kunarso (2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi Temporal dan Kekuatan *Upwelling*

Distribusi temporal dan kekuatan *upwelling* di sebelas lokasi di Indonesia tampak bervariasi dan variabilitasnya dipengaruhi oleh variabilitas iklim ENSO. Pada saat *El Niño* temporal *upwelling* di Indonesia sama dengan saat normal, namun lebih kuat intensitasnya (Tabel 1 dan tabel 2). Pada saat *La Niña*, distribusi temporal *upwelling* di Indonesia paling pendek dan kekuatannya paling lemah (Tabel 3). Pada saat *La Niña* ada beberapa lokasi yang *upwelling*-nya tidak terjadi/tidak ditemukan yaitu di Barat Sumatra (termasuk di Barat Kepulauan Mentawai), Laut Maluku dan Laut Halmahera (Tabel 2). Pada periode ini temporal *upwelling* umumnya lebih pendek dibandingkan saat *El Niño* dan normal, seperti yang terjadi di Barat Laut Aceh, Selatan NTT hingga Jawa dan Laut Banda. Bulan puncak terjadinya *upwelling* secara umum di wilayah Indonesia hampir sama antara saat *El Niño*, *La Niña*, dan normal (Tabel 1, 2, dan 3).

Variabilitas *upwelling* pada variasi iklim ini terjadi berkaitan dengan adanya perubahan kekuatan angin sebagai pembangkit *upwelling* di 11 lokasi di Indonesia, dan perubahan elevasi tinggi muka air laut sebagai faktor yang mempengaruhi. Pada saat *El Niño*, permukaan air hangat terjadi di Samudra Pasifik bagian timur, tekanan udara rendah terjadi di Pasifik timur (Philander (1990) dalam Stewart (2002). Hal ini mengakibatkan angin pasat tenggara yang terjadi di atas wilayah Indonesia, di atas lintang rendah berbelok dan mengalir kuat ke arah timur menuju Samudra Pasifik bagian timur (Susanto, *et al.*, 2001; Kunarso, *et al.*, 2005). Peningkatan kekuatan angin ini menyebabkan energi pembangkit *coastal upwelling* yang terjadi di wilayah Indonesia secara umum meningkat, sehingga kekuatan intensitas *upwelling* yang terjadi juga meningkat. Disamping itu pada saat *El Niño* penumpukan massa air terjadi di Samudra Pasifik timur, sehingga elevasi muka air di Pasifik Timur lebih tinggi daripada Pasifik Barat. Hal ini meningkatkan tekanan massa air vertikal ke atas di Samudra Pasifik barat sehingga termoklin menjadi dangkal (Marsac dan Le Blanc, 1998). Kondisi ini sekaligus memicu peningkatan intensitas *upwelling* di Samudra Pasifik bagian barat termasuk wilayah perairan Indonesia (Kunarso, *et al.*, 2012). Peningkatan intensitas *upwelling*, juga berdampak memperlama temporal terjadinya *upwelling* kuat (Tabel 1). Temporal *upwelling* juga dipengaruhi oleh periode waktu terjadinya *El Niño*. Semakin lama terjadinya *El Niño*, maka berpengaruh memperlama distribusi temporal *upwelling* di beberapa wilayah laut Indonesia.

Kondisi sebaliknya terjadi pada saat *La Niña*, angin pasat yang terjadi di wilayah Indonesia tidak bisa berhembus kuat ke arah timur seperti pada saat *El Niño*. Hal ini terjadi karena terhambat oleh angin timuran yang mengalir dari arah Samudra Pasifik bagian timur (pusat tekanan tinggi) ke arah Samudra Pasifik bagian barat (pusat tekanan rendah) (Marsac dan Le Blanc, 1998; Kunarso, 2005). Ditinjau dari elevasi muka laut pada saat *La Niña*, tinggi muka laut di Pasifik barat lebih tinggi daripada Pasifik Timur (Gordon, 2005). Penumpukan massa air di Pasifik barat ini menyebabkan proses *downwelling*, yang berdampak menurunnya lapisan termoklin di wilayah perairan Indonesia, dan melemahkan kekuatan intensitas *upwelling*-nya serta mempersingkat distribusi temporalnya, sebagaimana terjadi di barat laut Aceh, selatan NTT-Jawa, dan Selat Makasar (Tabel 2). Melemahnya kekuatan angin pada saat *La Niña*, juga berdampak tidak terjadinya *upwelling* di beberapa wilayah Indonesia.

Kesesuaian Periode Kejadian Upwelling dengan Musim Ikan Tuna Bigeye

Berdasarkan data *insitu* hasil tangkapan ikan tuna *bigeye* secara bulanan pada periode *El Niño* tahun 2002-2003; 2004-2005 dan periode *La Niña* tahun 1998-1999; 2007-2008, menunjukkan tangkapan ikan tuna tinggi/musim tuna terjadi pada musim timur bersamaan dengan kejadian *upwelling* (Gambar 1). Berdasarkan data tangkapan ikan tuna dari Januari 2006-September 2008, tampak *trend* yang sama antara kenaikan indikator *upwelling* yang berupa klorofil-a dengan hasil tangkapan (*hook rate* tuna) (Gambar 2a). Berdasarkan analisis koherensi antara klorofil-a sebagai indikator *upwelling* dengan *hook rate* tuna, menunjukkan adanya koherensi yang tinggi pada periode bulan Juni hingga Agustus (Gambar 2b). Bulan tersebut adalah bulan-bulan puncak kejadian *upwelling*, indikasi ini menunjukkan adanya keterkaitan yang erat antara temporal kejadian *upwelling* dengan musim ikan tuna (panen tuna).

Adanya hubungan antara temporal kejadian *upwelling* dengan periode musim ikan tuna jenis *bigeye*, bisa dipahami dari sistem rantai makanan. Menurut Lalli dan Parson (1994), peningkatan produktivitas primer yang berupa fitoplankton akan diikuti oleh peningkatan produktivitas zooplankton, selanjutnya diikuti oleh *tropic level* di atasnya yang berupa ikan-ikan kecil dan pada puncaknya meningkat juga produktivitas *top tropic level* yaitu jenis-jenis ikan-ikan karnivora termasuk ikan tuna jenis *bigeye*. Thurman (1991) juga menyimpulkan hal yang sama, dan dijelaskan pula, untuk di daerah *upwelling tropic level*-nya lebih pendek, karena ukuran fitoplankton lebih besar sehingga bisa langsung dimakan oleh ikan-ikan kecil.

Adanya keterkaitan temporal antara kejadian *upwelling* dengan musim ikan tuna *bigeye* di selatan Jawa, bisa menjadi dasar prediksi bahwa di wilayah-wilayah *upwelling* yang lain juga terjadi keterkaitan yang serupa. Hal ini berarti pemahaman distribusi temporal *upwelling* di sebelas lokasi wilayah laut Indonesia, pada variabilitas ENSO Tabel 1, 2 dan 3 di atas bisa sebagai dasar prediksi temporal musim ikan tuna *bigeye* di lokasi-lokasi *upwelling* tersebut.

KESIMPULAN

Variabilitas distribusi temporal dan kekuatan *upwelling* di Indonesia dipengaruhi ENSO. Indonesia sama dengan saat normal, namun lebih kuat intensitasnya. Saat *La Niña*, distribusi temporal *upwelling* di Indonesia paling pendek, kekuatannya paling lemah, dan di beberapa wilayah tidak terjadi *upwelling*. Periode puncak *upwelling* pada variabilitas ENSO tampak hampir sama. Terdapat kesamaan temporal terjadinya *upwelling* dengan waktu musim ikan tuna jenis *bigeye*. Berdasarkan bukti ini, maka memungkinkan pemahaman temporal *upwelling* pada variasi ENSO bisa sebagai dasar prediksi waktu musim ikan tuna jenis *bigeye* di beberapa lokasi *upwelling* di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Prof. Safwan Hadi, Ph.D sebagai pembimbing penelitian ini, dan Dr. Agus Supangat yang telah banyak memberikan bantuan moril dan finansial dalam membuat karya ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Garrison, T. 1999. Oceanography. Third Edition. Wadsworth Publishing Company. USA
- Gordon, A.L. 2005. Oceanography of the Indonesian Seas and Their Troughflow. *Journal of the Oceanography Society*, 18(4).
- Hendiarti, N., Siegel, H., dan Ohde, T. 2004. Investigation of Different Coastal Processes in Indonesia Waters Using SeaWIFS Data, In Deep-Sea Research Part II, Editors by Siegel, D.A., Thomas, A.C., Marra, J., Elsevier, USA, 86-97.
- Kunarso, N.S. Ningsih, A. Supangat. 2005. Karakteristik *Upwelling* Di Sepanjang Perairan Selatan NTT Hingga Barat Sumatera. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kelautan*, Volume 10, No 1, hal 17 – 23.
- Kunarso, Safwan, H., Ningsih, N.S., dan Baskoro, M.S. 2012. Perubahan Kedalaman dan Ketebalan Termoklin pada Variasi Kejadian ENSO, IOD dan Monsun di Perairan Selatan Jawa Hingga Pulau Timor. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 17(2), 87-98.
- Kunarso. 2005. Kajian Penentuan Lokasi-lokasi *Upwelling* di Perairan Indonesia dan Sekitarnya Serta Kaitannya dengan Fishing Ground Tuna. [Thesis]. Program Studi Magister Oseanografi, Sains Atmosfir, dan Seismologi, FIKTM, ITB, Bandung.
- Kunarso. 2014. Pengaruh Monsun, El Nino-Southern Oscillation, dan Indian Ocean dipole Terhadap Waktu dan Daerah Penangkapan Ikan Tuna di Samudra India Bagian Timur. [Disertasi]. Program Doktor Sains Kebumihan, FITB, ITB, Bandung.
- Lalli, C.M. dan Parson, T.R. 1994. Biological Oceanography: An introduction. Pergamon, BPC Wheatons Ltd, British.
- Marsac, F. dan Le Blanc, J.L. 1998: Dynamics of ENSO Events in the Indian Ocean: To What Extent Would Recruitment and Catchability of Tropical Tunas be Affected?, IOTC Proceeding, 1, 9-14 November, Victoria.
- Nontji. 1993. Laut Nusantara, Djambatan. Jakarta, 368.
- Schlitzer R. 2011. Ocean Data View: <http://www.awibremmerhaven.de/GEO/ODV>, Diunduh, 1 Maret 2011.
- Stewart, R.H. 2002. Introduction to Physical Oceanography, Department of Oceanography Texas A & M University.
- Supangat, A, Ningsih, N.S., Winarso, P.A., Yusuf, M., dan Handiani, D.N. 2004. Model Sebaran Suhu Permukaan Laut untuk Mempelajari Pergerakan “Kolam Air Hangat” (Sebagai Tambang Tuna) di Perairan Indonesia, dan Korelasinya dengan Variabilitas Iklim. Laporan Akhir Tahun III RUT IX. Bidang Kelautan, Kebumihan dan Kedirgantaraan LPPM-ITB, Kementrian Riset dan Teknologi dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Susanto, R.D., Gordon, A.L., dan Zheng, Q. 2001. *Upwelling* along the Coast of Java and Sumatra and Its relation to ENSO. *Journal of Geophysical Research Letters*, 28(8), 1599-1602.
- Thurman, H.V. 1991. Introductory Oceanography. Sixth Edition, Macmillan Publishing Company, New York, 526.

Tabel 1. Temporal *upwelling* pada saat El Niño.

No.	Lokasi <i>upwelling</i>	Bulan kejadian											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.	Barat Laut Aceh	√	!!	!	.	.						.	!
2.	Sebelah Barat Kep. Mentawai Sumatera	√	√							√	√	!	!
3.	Selatan NTT				.	.	√	!	!	√	√		
	Selatan NTB				.	.	√	!	!!	!	√	√	
	Selatan Jawa				.	.	√	!	!	!	!!	!	
	Barat Sumatera	√	.	.				√	!	!	!	!!	!
4.	Selat Makasar Selatan		.	.	.	.	.	.	√	√
5.	Laut Flores Utara (Selatan Teluk Bone)							√	√	.			
6.	Laut Maluku	.	√	!	√		.	√	!	√			
7.	Laut Arafura				!	!	!	!	!!	!	!	√	
	Laut Banda					.	√	!	!!	!	.		
8.	Laut Seram						√	!	!!	√			
9.	Laut Halmahera	.	√	√	√								√
10.	Perairan Laut Utara Irian Jaya	√	√	.	.		.	.					.
11.	Laut Cina Selatan (Selatan Kep. Natuna)	√	√	√	!								.

Keterangan: . : *upwelling* lemah; √: *upwelling* sedang; !: *upwelling* kuat ; ! / √√: puncak *upwelling*

Tabel 2. Temporal *upwelling* pada saat La Niña.

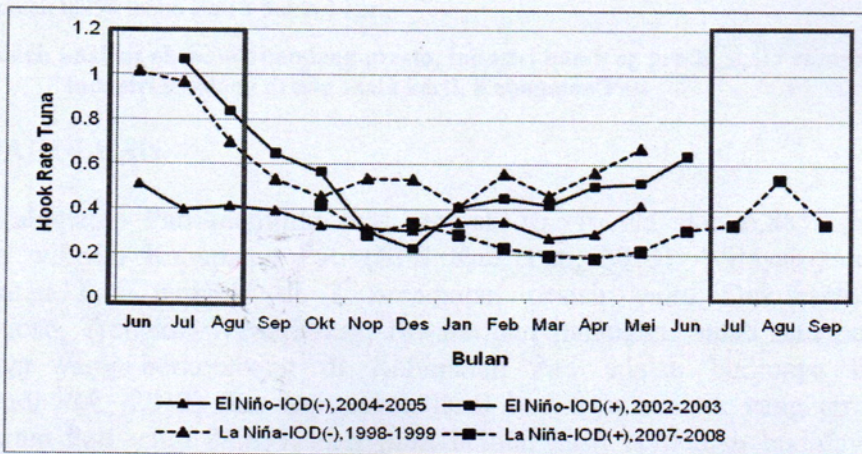
No.	Lokasi <i>upwelling</i>	Bulan kejadian											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.	Barat Laut Aceh	√	√√	√	.	.							
2.	Sebelah Barat Kep. Mentawai Sumatera												
3.	Selatan NTT				.	.	.	.	!	√	.
	Selatan NTB				.	.	.	.	!	√	.
	Selatan Jawa				.	.	.	.	!	√	.
	Barat Sumatera												
4.	Selat Makasar Selatan						.	√	√				
5.	Laut Flores (Selatan Teluk Bone)						.	.	.				
6.	Laut Maluku												
7.	Laut Arafura				√	!	!	!	!!	!	√		
	Laut Banda						.	√	√	.			
8.	Laut Seram						.	√	.				
9.	Laut Halmahera												
10.	Perairan Laut Utara Irian Jaya	.	.	.	√	.							√
11.	Laut Cina Selatan (Sekitar Kep. Natuna)	.	.	.	.								.

Keterangan: . : *upwelling* lemah; √: *upwelling* sedang; !: *upwelling* kuat ; ! / √√: puncak *upwelling*

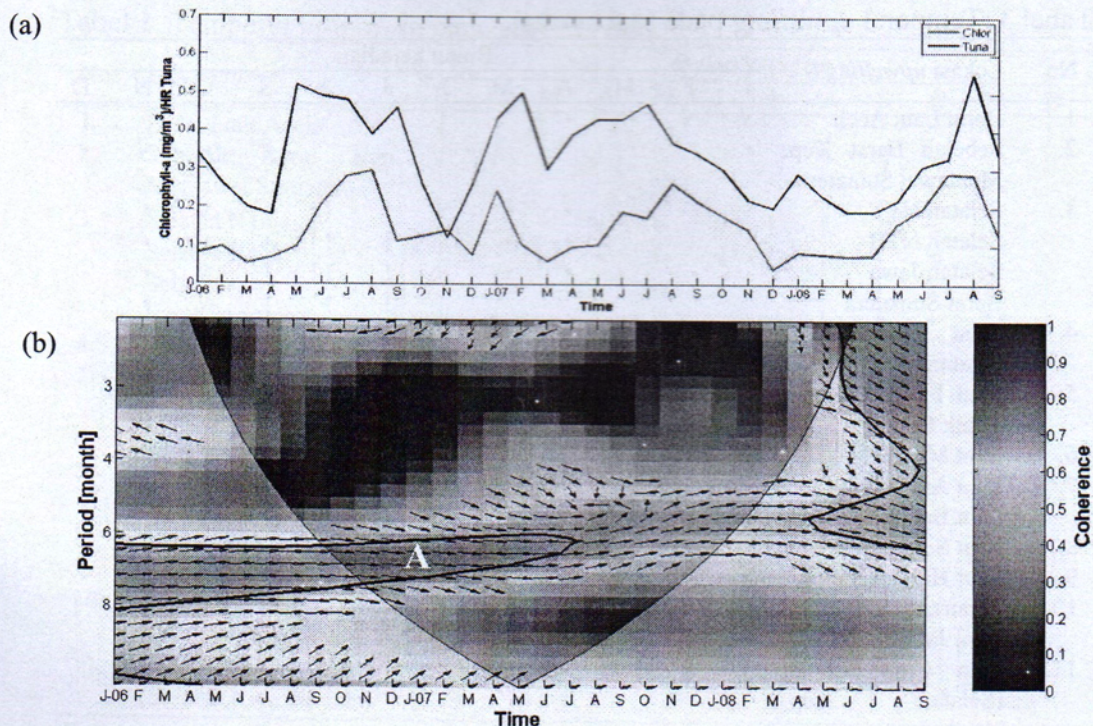
Tabel 3. Temporal *upwelling* pada saat normal.

No.	Lokasi <i>upwelling</i>	Bulan kejadian											
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1.	Barat Laut Aceh	√	√	•	•								!
2.	Sebelah Barat Kep. Mentawai Sumatera	•	•							•	•	√	•
3.	Selatan NTT				•	•	√	!	!!	!	√	•	
	Selatan NTB				•	•	√	!	!!	!	√	•	
	Selatan Jawa				•	•	√	!	!!	!	√	•	
	Barat Sumatera							!	!	!	√	•	
4.	Selat Makasar Selatan		√	√	•	•	√	√	!	•			
5.	Laut Flores (Selatan Teluk Bone)							•	√	•			
6.	Laut Maluku	•	•				•	•	√	•			
7.	Laut Arafura				!	!	!	!	!!	!	!	√	
	Laut Banda					•	•	!	!!	!	√		
8.	Laut Seram						√	!	!	√			
9.	Laut Halmahera	√	•	•									•
10.	Perairan Laut Utara Irian Jaya	√	√	•									√
11.	Laut Cina Selatan (Selatan Kep. Natuna)	√	√	√									!

Keterangan: • : *upwelling* lemah; √: *upwelling* sedang; !: *upwelling* kuat ; !/ √/: puncak *upwelling*



Gambar 1. Variabilitas hasil tangkapan ikan tuna *bigeye* bulanan pada periode El Niño dan *La Niña* di perairan selatan Jawa, kotak merah adalah temporal musim ikan tuna yang bersamaan dengan temporal puncak kejadian *upwelling* (Sumber: Kunarso, 2014).



Gambar 2. Koherensi antara klorofil-a dan HR tuna *bigeye*. a). Fluktuasi klorofil-a (garis merah) dan HR tuna (garis hitam), b) koherensi antara kedua parameter menunjukkan signifikan dengan selang kepercayaan 95% (kurva lingkaran hitam tebal dalam *cup* analisis). Panah tepat ke arah kanan menunjukkan kedua variabel dalam fase yang sama (tanda A) (Sumber: Kunarso, 2014).